

## ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКИТЕ И ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ ОД ХАВАРИЈАТА НА ЈАЛОВИШТЕТО НА РУДНИКОТ САСА

<sup>1</sup>Војо Мирчовски, <sup>1</sup>Орце Спасовски  
<sup>1</sup>Рударско-геолошки факултет Штип

## CONTAMINATION OF SURFACE AND UNDERGROUND WATERS OWING TO THE DISASTER OF THE SASA MINE TAILING POND

Mircovski, V., Spasovski, O.,  
Faculty of Mining and Geology, Stip

### Abstract

The uncontrolled run off of flotation waste from the Sasa Mine causes contamination of the flows of the Rivers Kamenicka and Bregalnica as well as the water of Kalimanci Lake and further afield.

Boundary, fracture and karst type of aquifers formed depending on the structural type of porosity along the marginal parts of the terrain. The aquifers are recharged mostly by the above mentioned rivers that results in contamination of their waters.

Contamination of underground waters is particularly important in the boundary type of aquifers formed in alluvial sediments of the River Bregalnica since those aquifers are used most in the systems for water supply for the population.

**Key words:** *Tailing pond, Sasa Mine, surface waters, underground waters, boundary type aquifer, alluvial sediments, Fortuna, Grdovski Orman.*

### АБСТРАКТ

Неконтролираното истекување на флотациската јаловина од јаловиштето на рудникот Саса предизвикува загадување на површинските речни токови на Каменичка Река, Реката Брегалница на водата во Калиманското Езеро па и пошироко.

На теренот по ободните делови на горе споменатите реки во зависност од структурниот тип на порозност на карпите се формираат збиен тип на издани, пукнатински тип на издани и карстен тип на издани. Сите формирани издадани своето прихранување со вода во најголем дел го вршат од овие реки и затоа постојат големи можности за загадување на подземните води акумулирани во овие издани.

Загадувањето на подземните води особено е значајно за збиениот тип на издани формирани во алувијалните седименти на реката Брегалница, бидејќи подземните води од овој тип на издани најмногу се користат за водоснабдување на населението.

**Клучни зборови:** *Јаловиште, рудник Саса, површински води, подземни води, загадени води, збиен издан, алувијални седименти, Фортуна, Грдовски Орман.*

## ВОВЕД

Во попладневните часови на 30. 08. 2003 година се случила хаварија на јаловиштето на рудниците Саса при што се урнал дел од одводниот канал на Каменичка река која поминува под јаловиштето. Како резултат на тоа флотациската јаловина која се депонира во јаловиштето во голема количина директно се излеала во Каменичка Река (Сл. 1). Со излевањето на јаловината во јаловиштето се оформил голем кратер со дијаметар од околу 150 м а длабина од околу 50 метри. Висината на масата од јаловината која се движела по реката според очевидците била во висина од околу десетина метри. Оваа маса во долниот дел во населбата Долна Саса во Македонска Каменица поплавала 20 тина куќи.

## ГЕОГРАФСКА ПОЛОЖБА И ХИДРОГРАФСКИ КАРАКТЕРИСТИКИ

Рудникот Саса со неговото јаловиште се наоѓа во североисточниот дел на Република Македонија во централниот дел на Осоговскиот масив. Југоисточно од рудникот, на околу 12 километри се наоѓа населбата Македонска Каменица.

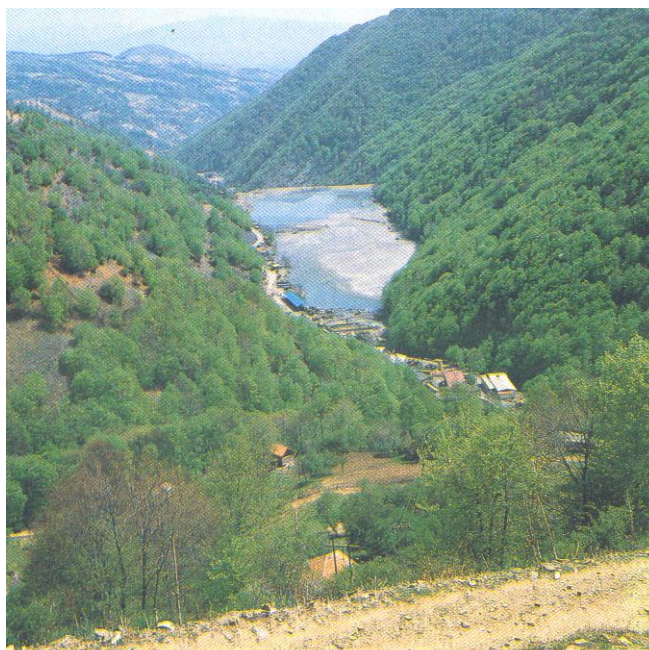
Релјефот на подрачјето на рудникот е изразито планински и е богат со шуми. Рудникот со јаловиштето се наоѓа на 1700 метри надморска височина.

Подрачјето на рудникот и непосредната околина се мошне богати со вода. Главна река на оваа подрачје е Реката Каменица, помали реки се Свиња Река и Козја Река кои извираат од локалитетот на рудното лежиште и се влеваат во реката Каменица. Сите реки преку целата година имаат вода дури и во најсушните периоди. Јужно од Македонска Каменица Каменичка Река се влива во вештачката акумулација Калиманци.

## ПРОЦЕС НА ФЛОТИРАЊЕ

Концентрацијата на минералите на олово и цинк во рудниците за олово и цинк “Саса” се врши со процес на флотирање односно со постапка на колективна флотациска концентрација. При овој процес на флотирање рудата се обогатува и се добива концентрат на олово и цинк .

Процесот на флотациска концентрација условува користење на цела низа на реагенси, со различен хемиски состав и потекло. Најголем број од овие реагенси се токсични и се непожелни за човековата животна средина. Флотациската јаловина која се добива со процесот на флотација се депонира во флотациско јаловиште кое е сместено непосредно под самиот рудник. (Сл. 1). Течната фаза од флотациската јаловина е составена од високо минерализирана отпадна вода со зголемена концентрација на сулфати, тешки метали, феноли и други токсични материи.



Сл.1. Депонија на Јаловината.

## ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОВРШИНСКИТЕ ВОДИ

Најголемиот проблем од еколошки аспект кој се случи со хаваријата на јаловиштето на рудникот Саса претставува загадувањето на површинските води. Со рушењето на одводниот канал кој ја дренира Каменичка река под самото јаловиште флотациската јаловина која е богата со токсични материи директно се излева во Каменичка Река. Измешаната јаловина со водите од Каменичка река понатаму низводно се транспортира по коритото на оваа река и на крајот се влива во Калиманското Езеро. Оваа езеро е оддалечено околу 10 км од самото јаловиште и треба многу кратко време загадените води да стигнат во него. Вака загадените води од Каменичка Река се акумулираат во оваа езеро и ја загадуваат водата во него. Еден дел од цврстата фаза од јаловината се таложи во седиментите по ободот на Каменичка Река (Сл. 2) а најголемиот дел се транспортира во Калиманското Езеро и тука се таложи во седиментите на дното на езерото.



Сл.2. Исталожена флотациска јаловина по ободот на Каменичка Река.

Патот на загадените води од јаловината е подолг, во најголем дел водата од оваа езеро се користи за наводнување на Кочанско Поле и Овче Поле а помал дел истекува во реката Брегалница која понатаму се влива во реката Вардар.. Првичното загадување на водата можеби нема да биде во голем степен, но покасно со промената на разните физичко хемиски фактори во средините кај што е наталожена јаловината може да дојде до растварање на многу штетни материи од седиментите во водата и отаму преку водата и со ланецот на исхрана може да се случи тие да стигнат до растителниот, животинскиот свет и до човекот и со тоа да се предизвикаат несогледиви последици по здравјето на луѓето.

## ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ

Покрај загадувањето на површинските води кои се први на удар постојат големи можности за загадување и на подземните води кои се акумулирани во издани кои се наоѓаат на терени во непосредна близина на реките по кои се движат загадените води и флотациската јаловина. Загадувањето на подземните води е во директна зависност од хидрогеолошките карактеристики на теренот, затоа ќе бидат прикажани хидрогеолошките карактеристики на теренот од Јаловиштето Саса до вливот на реката Брегалница во реката Вардар.

Како што се гледа од хидрогеолошката карта околу реките низ кои се движат загадените води се формираат разни типови на издани во кои се акумулираат значајни количини на подземни води. Значајно е тоа што во најголем дел прихранувањето на овие издани се врши директно од реките, бидејќи постои хидраулична врска помеѓу нив.

### ХИДРОГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА ТЕРЕНОТ

Според структурниот тип на порозност во истражуваниот терен постојат збиен тип на издани, пукнатински тип на издани и карстен тип на издани (Сл. 3).

## ЗБИЕН ТИП НА ИЗДАНИ

Збиениот тип на издани на истражуваниот простор е формиран во кварталните алувијални седименти на реката Брегалница, Злетовска река и во неогените седименти во околината на Каменица и на левата обала на реката Брегалница на потегот од Кочани до селото Соколарци (Сл.3).

Според издашноста терените со збиен тип на издани се поделени на: мошне издашни терени, добро издашни терени, и слабо издашни терени.

На истражуваниот простор се застапени само Мошне издашни терени и Слабо издашни терени.

### Мошне издашни терени

Мошне издашните терени на истражуваниот простор се распространети во алувијалните седименти по реката Брегалница од Истибања па се до Штип во должина од околу 40 тина километри а ширина која се движи од 0.5 - 5 км, а исто так и на еден помал просто на вливот на Реката Брегалница во

реката Вардар.(Сл. 3). Растојанието од изворот на загадувањето до почетокот на овие издани е околу 30 тина километри.

Алувијалните седименти во кои се врши акумулирањето на подземните води се, изградени од песоци, чакали а на поедини места и од глини.

Изданите од оваа средина се карактеризираат со мошне добра издашност која се движи преку 10 л/сек и со коефициент на филтрација  $K_f = >10^{-2}$  см/сек.

### **Слабо издашни терени**

Слабо издашните терени се јавуваат во неогените седименти во околината на Каменица и на левата обала на реката Брегалница на потегот од Кочани до селото Соколарци (Сл. 3). Во околината на Каменица седиментите се изградени од лапоровити песокливи глини а на потегот од Кочани до селото Соколарци од квартерно алувијални седименти изградени од глини, песокливи глини, песоци и чакали. Издашноста во овие терени се движи од 0.1-1 л/с а коефициентот на филтрација  $K_f = < 10^{-3}$  см/сек.

### **ПУКОТИНСКИ ТИП НА ИЗДАНИ**

Пукотинскиот тип на издани зафаќа најголем простор на истражуваниот простор. Тој е формиран во карпите почнувајќи од квартерна па се до прекамбриска старост (Сл. 3). Овој тип на издани се карактеризира со извори со слаба издашност која се движи од  $Q = < 1$  л/с.

### **КАРСТНИ ТИП НА ИЗДАНИ**

Карстниот тип на издани се јавува на мал дел и тоа на еден мал простор непосредно во близина на рудникот Саса во палеозоиските циполини и мермери, измешани со аргилошисти, филити и серицитско хлоритски шкрилци (Сл. 3). Овој тип на издани исто така се јавува и во палеогените варовници на 2-3 км над Штип на левата и десната обала на реката Брегалница во непосреден контакт со алувијалните седименти.

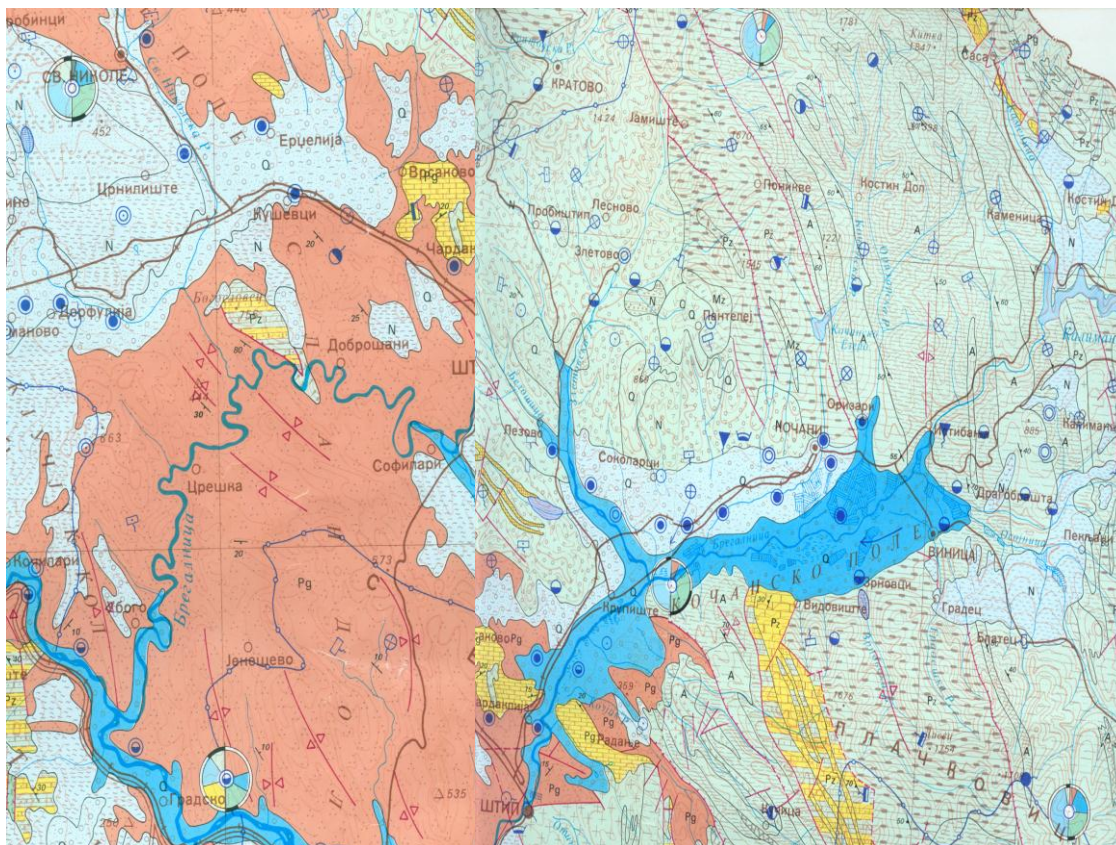
Терените на кои е формиран карстниот тип на издани се карактеризира со мошне издашни до слабо издашни извори. На места издашноста се движи  $Q = >100$  л/сек.

### **МОЖНОСТИ ЗА ЗАГАДУВАЊЕ НА ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ**

Најсериозен проблем со хаваријата која се случи на јаловиштето на рудникот Саса од еколошки аспект претставува загадувањето на водите на Каменичка река вештачката акумулација на Калиманското езеро, водите на реката Брегалница а преку тоа и на подземните води.

Како што е прикажано во поглавјето за хидрогеолошките карактеристики на теренот по течението на реката Брегалница од нејзината лева и десна страна се до градот Штип во алувијалните седименти се формирани збиен тип на издани кои имаат значајно распростирање како по должина така и по широчина и во себе акумулираат значајни количини на подземни води.





Сл.3. Хидрогеолошка карта на теренот од Јаловиштето на Рудникот Саса до вливот на реката Брегалница во реката Вардар. 1: 200 000, Д. Гузелковски и др. 1977.

ЛЕГЕНДА:

I ЛИТОЛОШНИ ОПИС И СТРАТИГРАФСНА ПРИПАДНОСТ			
Литолошки ознаки	Литолошки состав	Литолошки состав	Литолошки состав
	Алувијални наслаги: а) лесок и чевал; б) лесок, чевал и глини	Риолити, кварцитофори, ортофори и кварцитофори	Риолити, кварцитофори, ортофори и кварцитофори
	Алувијални-елувијални наслаги: глини, лесови, глини, лесови и чевал	Дијабаз-розна формација (дијабаз, рознеца, лесови, глини, варовици и сл.)	Дијабаз-розна формација (дијабаз, рознеца, лесови, глини, варовици и сл.)
	Делувијални-пролувијални наслаги: ладинаска глиневата дробина, лесови, чевал и облупок	Хлоритско-серцитско-кварцити шкрилци, мермери и доломити	Хлоритско-серцитско-кварцити шкрилци, мермери и доломити
	Моренски и флувиоглацијални наслаги: чевал, лесови, глини, облупок и савци	Плочести варовици со рознеца, масени варовици и доломити, местимично и глинеци	Плочести варовици со рознеца, масени варовици и доломити, местимично и глинеци
	Изворски бигор	Варовици, масени до бановити	Варовици, масени до бановити
	Бигорити варовици, слојесто-бановити	Мермери и циполити	Мермери и циполити
	Хијалендзити, најдзити, базити и сл.	Мермери, бановито-слојести	Мермери, бановито-слојести
	Андезити, трахандзити и джиги	Доломити, бановити до масени	Доломити, бановити до масени
	Игнџити (од андезитски состав) пирокласити, игноваровити и бречовидни туф и туфови	Сивити, грановити, гранити, гранодорити, гранитофори и сл.	Сивити, грановити, гранити, гранодорити, гранитофори и сл.
	Лесови и чевал	Серпентинити	Серпентинити
	Лапорити, лесови, глини	Кварцити	Кварцити
	Лапорити, глинеци, лесовици и конгломерати	Кварцитофори (риолити), метаморфозирани риолити, кварцитофори и палеоринити	Кварцитофори (риолити), метаморфозирани риолити, кварцитофори и палеоринити
	Вулкански брчи и туфови (од андезитски состав) вулкански брчи и игнџити (од андезитски состав)	Метаморфозирани дијабаз	Метаморфозирани дијабаз
	Филити (лапорити, глинеци, лесовици, конгломерати и варовици)	Габро и метаморфозирани габро	Габро и метаморфозирани габро
	Варовици, често лесови, слојесто ретно бановити	Филитско-кварцити шкрилци, кварцитофори и металеосонити	Филитско-кварцити шкрилци, кварцитофори и металеосонити
	Трахандзити и трахити, андезити, джиги, кварцити, порфори, риолити и сл.	Шкрилци со нисок кристалитет (филити, египтосити, серцитити, кварцити и други со циполити и мермери)	Шкрилци со нисок кристалитет (филити, египтосити, серцитити, кварцити и други со циполити и мермери)
	Дијабаз, мелафери и спилити	Микашити, циполити и мермери	Микашити, циполити и мермери
	Филити (агрилозити, глинеци, лесовици, конгломерати и варовици)	Шкрилци со нисок кристалитет (агрилозити, филити, кварцито-серцитити, амфиболски шкрилци и сл.)	Шкрилци со нисок кристалитет (агрилозити, филити, кварцито-серцитити, амфиболски шкрилци и сл.)
	Конгломерати	Гранити	Гранити
	Гранити, монцитгранити	Кварцити	Кварцити
	Гипс и анхидрит	Амфиболити и амфиболски шкрилци (метабазити)	Амфиболити и амфиболски шкрилци (метабазити)
	Серпентинити и серпентинитски перидити	Микашити	Микашити
	Габродорити и габрови	Гнајсови	Гнајсови

II ГЕОЛОШКО-СТРУКТУРНИ ЕЛЕМЕНТИ	
	Геолошка граница а) утврдена б) претпоставена
	Елементи на залегање а) стратификација б) фолјација
	Расед а) утврден б) претпоставен
	Лушпесто навелнување а) утврдено б) претпоставено
	Тектонска клипа
	Дијалирски контакт
	Ос на синклинал
	Ос на антиклинал

III РЕОНИЗАЦИЈА НА ТЕРЕНТ ПО ТИПОВИ НА ИЗДАНИ И ИЗДАШНОСТ	
ЗБИЕНИ ТИП НА ИЗДАНИ	
	Мошне издашни терени (прететно) преку 10 llt/sec (kf >10^-4 cm/sec)
	Добро издашни терени (прететно) од 1-10 llt/sec (kf 10^-4-10^-3 cm/sec)
	Слабо издашни терени (прететно) од 0,1-1 llt/sec (kf <10^-4 cm/sec)
ПУНОТИНСКИ ТИП НА ИЗДАНИ	
	Добро издашни терени со извори (прететно) Q >1 llt/sec
	Слабо издашни терени со извори (прететно) Q <1 llt/sec
КАРСНИ ТИП НА ИЗДАНИ	
	Од мошне до слабо издашни терени (наместа извори и Q >100 llt/sec)
	Карсно-пунотински тип на издан со мошне променлива издашност
	Безводни терени со извори (прететно) Q <0,1 llt/sec

IV ХИДРОГЕОЛОШКИ ПОЈАВИ	
НЕКАПИРАНИ ИЗВОРИ	
	Q <0,1 llt/sec
	Q =0,1-1 llt/sec
	Q =1-10 llt/sec
	Q =10-100 llt/sec
	Q >100 llt/sec
	Подводни извори
КАПИРАНИ ИЗВОРИ	
	Q <0,1 llt/sec
	Q =0,1-1 llt/sec
	Q =1-10 llt/sec
	Q >10 llt/sec
БУНАРИ (КОПАНИ И ДУПЧЕНИ)	
	До 6 м. длабочина
	Од 6-20 м. длабочина
	Преку 20 м. длабочина

	Група на бунари до 6 м. длабочина
	Група на бунари од 6-20 м. длабочина
	Група на бунари преку 20 м. длабочина
	Дупчен бунар со артезна вода
	Група на дупчени бунари со артезна вода
	Рени бунар
	Дупчен бунар со термоминерална вода
МИНЕРАЛНИ ВОДИ	
	Термоминерална бања
	Минерален извор
	Термоминерален извор

Прихранувањето на изданите во најголем дел се врши од водите на реката Брегалница кои се во директна хидраулична врска со неа а во многу помал

дел и од атмосферските талози. Водата од овие издани населението широко ја користи за водоснабдување со купање на индивидуални бунари. Исто така водоснабдувањето на градовите Кочани и Штип се врши со подземни води од бунарски системи кои се лоцирани во алувијалните седименти на реката Брегалница (Сл. 3).

*Водоснабдувањето на градот Кочани* се врши со систем на бунари кои се лоцирани во алувијалните седименти во непосредна близина на реката Брегалница во локалноста “Грдовски Орман” (с. Грдовци) (Сл. 3) . Изданот од кој се користат подземните води е од отворен тип со слободно ниво. Неговото прихранување во најголем дел се врши од реката Брегалница бидејќи е во директна хидраулична врска со неа. Бунарите од кои се црпат подземните води се со длабочина од 10-20 метри а во последно време се издупчени и бунари чија длабочина се движи од 45-50 метри. Коефициентот на филтрација на водоносните хоризонти се движи  $K_f = 1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-4}$  cm/s а нивото на подземните води (НПВ) се наоѓа на 0.5 - 3 м длабина под површината на теренот.

*За водоснабдување на Штип* се користи систем на бунари лоциран во алувијалните седименти на реката Брегалница во локалноста Фортуна. Овој систем се наоѓа северно од градот во негова непосредна близина (Сл. 3). Експлоатационите бунари се лоцирани на левата и десната страна од реката Брегалница каде алувијалните седименти имаат поголемо распростирање.

Изданот од кој се експлоатираат подземните води исто така како и кај локалитетот Грдовски Орман е од отворен тип со слободно ниво и има еден водоносен хоризонт. Моќноста на овој хоризонт се движи од 6 -7 м, а се протега во длабочина од 10 - 11 м.

Изданот лежи на еоценски лапорци кои се водонепропустлива подлога.

Нивото на подземните води е плитко до површината на теренот и се движи од 2-5.20 м. и тоа е во голема зависност од нивото на водата во реката Брегалница. Бунарите со кои се експлоатира подземната вода се со длабочина до 10 м а се наоѓаат на растојание од 80 м од реката.

Хранењето на изданот се врши во најголем дел со водата од реката Брегалница преку директната хидраулична врска а во помал дел со инфилтрација на водите од атмосферските талози.

Средниот коефициент на филтрација на водоносната средина е  $K_f = 2 \times 10^{-1}$  cm/s.

Изнесените податоци за изданите од кои се врши водоснабдувањето на Кочани и Штип според кои се работи за издани од отворен тип со слободно ниво во кои нивото на подземните води се наоѓа многу блиску до површината на земјата, добриот коефициент на филтрација и директната хидраулична врска на изданите со реката Брегалница укажуваат дека можноста за загадување на подземните води со загадените води од јаловиштето на Рудникот Саса се многу големи.

Постои голема веројаност на загадување на подземните води и во *карстниот тип на издани* кој е формиран во горното течение на Каменичка река. Оваа река во горниот нејзин ток непосредно под јаловиштето поминува низ средишниот дел на овој издан и секако дека дел од загадените води ќе се инфилтрираат во подземјето и ќе направат загадување на подземните води.





Сл. 3. Географска положба на Јаловиштето Саса, бунарските системи за водоснабдување на Штип и Кочани, локација на земените проби и правец на движење на загадените води.

Каменичка река и реката Брегалница со дел од своите токови поминуваат и во терени каде се формирани пукотински тип на издани. Бидејќи постои хидраулична врска на водите од овие реки со подземјето во овие издани со инфилтрација на загадените води ќе се направи загадување и на подземните води акумулирани во овој тип на издани.

Постои можност на загадените води како на површинските а посебно на подземните со движењето низ различните литолошки средини да се изврши нивно самопречистување. Но до кој степен тоа може да се случи сега не може да се претпостави.

Потребно е стално да се следи ситуацијата на теренот со мониторинг на изворот на загадувањето потоа на површинските води а посебно треба да се обрне внимание на подземните води.

Неопходно е да се преземат соодветни мерки со кои би требало да се спречи загадувањето на подземните води бидејќи ако се случи загадување на изданите покрај реката Брегалница тогаш ќе се доведе во прашање водоснабдувањето на голем број жители кои гравитираат према регионот на реката Брегалница. Времето кое е потребно за еднш загадените подземни води повторно да се прочистат е многу долго а исто така тоа е многу долготраен и скап процес а во најголем број на случаи и неможен.

## ЗАКЛУЧОК

Од напред изнесеното можеме да заклучиме дека со неконтролираното истекување на флотациската јаловина од јаловиштето Саса доаѓа до загадување најпрво на површинските води во Каменичка река, потоа на околното земјиште, на акумулираните води во Езерото Калиманци, водите на реката Брегалница а исто така и на подземните води акумулирани во изданите кои се наоѓаат по течението на споментите реки.

## ЛИТЕРАТУРА

Д. Ѓузелковски, 1997. Подземните води (издан) за решавање на водоснабдувањето во Р. Македонија и нивната заштита. Институт-Геохидропроект Скопје.

Д. Ѓузелковски, Ѓ., Котевски, 1977. Хидрогеолошка карта на Република Македонија. Геолошки завод, Скопје

V., Mircovski, O., Spasovski, Z. Iliovski, O. Jovanova. 2002. Hydrogeological characteristics of the alluvial sediments of the river Bregalnica at the Fortuna locality water supply, Stip. XVII Congres of Carpathian-Balkan Geological Association, Bratislava.

В., Мирчовски, О., Спасовски, 2003. Влијанието на флотациските јаловишта на рудниците “Злетово” на загадувањето со тешки и токсични метали на површинските и подземните води. Трет интернационален воркшоп, Научни истражувања во наводнувањето и одводнувањето, Скопје.

Монографија 35 години САСА, 1989 година

Табела 1. Резултати од анализи на води од Каменичка Река. Метода AES-ICP. Датум на земање на пробите 20. 10. 2003 година.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	MDK I-II	MDK III-IV
As	<0.005	<0.005	0.008	0.0165	<0.005	<0.005	0.0264	0.03	0.05
Ag	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.0009	<0.001	0.0009	0.002	0.02
Al	0.142	0.945	0.358	0.264	0.640	0.346	0.255	1.5	1.5
Sr	0.355	0.323	0.516	0.346	0.341	0.354	0.279		
Ca	77.53	73.449	100.24	81.85	72.825	74.163	61.45		
Ba	0.036	0.043	0.044	0.050	0.051	0.049	0.049	1	4
Ni	0.0069	<0.001	0.0111	0.0025	0.0012	<0.001	0.0037	0.05	0.1
Mn	<b>1.7688</b>	<b>1.8353</b>	<b>3.2624</b>	<b>2.1913</b>	<b>1.6027</b>	<b>1.5244</b>	<b>0.9224</b>	0.05	1
Fe	<b>0.5603</b>	<b>3.4153</b>	<b>1.384</b>	<b>1.3998</b>	<b>1.9952</b>	<b>0.9918</b>	<b>0.6869</b>	0.3	1
Cr	0.0043	0.0034	0.0057	0.0068	0.0031	0.0037	0.0027	0.05	0.1
Mg	17.852	17.67	22.123	17.372	16.879	17.243	13.66		
Na	3.2684	2.9817	4.0959	4.1356	3.4075	3.5196	3.1605		
P	0.026	<b>0.1018</b>	<b>0.0715</b>	<b>0.0485</b>	<b>0.0486</b>	<b>0.0543</b>	<b>0.0505</b>	0.004	0.0001
Zn	<b>2.4943</b>	<b>3.1758</b>	<b>4.396</b>	<b>2.486</b>	<b>3.1954</b>	<b>2.6218</b>	<b>1.7054</b>	0.1	0.2
Cu	0.0056	0.0097	0.0087	0.0027	<b>0.023</b>	0.0013	0.0038	0.01	0.05
Pb	<b>0.1509</b>	<b>0.6659</b>	<b>0.3996</b>	<b>0.3456</b>	<b>0.4661</b>	<b>0.2402</b>	<b>0.1706</b>	0.01	0.03
Cd	<b>0.0147</b>	<b>0.0179</b>	<b>0.0208</b>	<b>0.0097</b>	<b>0.0155</b>	<b>0.0127</b>	<b>0.0069</b>	0.0001	0.01
Co	0.0006	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0019	0.0007	0.1	2
K	1.5449	1.28	1.621	2.3444	1.3652	1.303	1.1878		

*Локација на пробите:*

S1. На излезот од Јаловиштето; S2. Локалност Јагодина Река; S3. Локалност Церска Станица ; S4. Локалност Раздолот во село Моштица; S5. На излезот од Македонска Каменица према село Моштица месност Доневи Трли; S6. Автобуска станица во Македонска Каменица; S7. Вливот на Каменичка Река во Климанско Езеро